

protection

lec.1: Elements of power system protection

(محمود)

1

* protective Relay هو جزء حيوي جدًا من الـ Power system يؤثر على كل أجزاء الـ system :
 Generation
 Transmission
 Distribution
 utilization
 * protection مرتبط بأقسام كثيرة في شركات الكهرباء :
 1] Relay technicians & Engineers:

وهم مسئولون عن (Installation, Test & Calibration) لـ (protective circuits).

2] system operators:

مستغلو الـ systems (Generation, Transmission & Distribution) الذين هم في حاجة إلى عمل interrupt وكذلك Respond لـ operation of protective Relays.

3] planners & System designers:

حيث أن تصميم الـ power system يعتمد على protection scheme to be installed وهكذا.

4] Company Management:

حيث آثار الـ protection على إتاحة الـ power supply لـ Customers.

ماذا يحدث لو : protection scheme لم يعمل بشكل صحيح ؟

من الملم أن تكون النتيجة : Extensive Damage to power Equipment مؤذية جدًا :

1] High repair cost.

2] Long outage times.

* طالبا الـ power system يجب properly فهم الـ staff كله ينسى الـ protection
 لكن عند حدوث أي شيء : بيقع Everyone expects the protection schemes to work precisely.

protection scheme initiate action to:

1] prevent equipment damage.

2] prevent injury to personnel.

3] protect the public.

4] Reduce customer outage to a minimum.

© Ahmed Awad
 in ahmdawad

* هذا البرنامج يشرح ويناقش تطبيقات الـ protective Relays على كل أجزاء الـ power system.

1] protective schemes. 2] Different types of relays. * سيتم مناقشة :

* Specific design الخاص بالـ protective Relay يختلف حسب الـ Manufacturer.

* من وقت لآخر يحدث changes & updates خاصة Solid state technology المنتشرة على نطاق واسع.

- 2) * في هذه السلسلة : سنقوم بالقاء نظرة أولاً على why protection is necessary ثم سنناقش Some of the general philosophy involved in the protection schemes.
- * ولما ذكرنا من قبل : protection touches all parts of the power system ولذلك : عند إعداد هذه المادة يفترض أن يكون لدى المتخصصين :
- General Knowledge of all of these areas
 - Very detailed Knowledge in -at least- one particular area.
- في الحقيقة : معظم شركات الكهرباء عندها بالفعل برامج تدريبية تغطي (Generation, Transmission, Distribution) وكل هذه البرامج تتضمن مراجعة على Electrical fundamentals ... ولذلك لم نكرر هذه المادة هنا.

why do we need a protective scheme?

- > The primary objective of all power system is to maintain continuity of service to all customers
- > When abnormal condition do occur → The protection equipment must function so as to:
 - 1- Reduce damage to the minimum.
 - 2- Minimize the outage times to all customers.

Causes of Abnormal Conditions

* تحدث نتيجة واحد أو أكثر من العوامل التالية:

- ① Natural Events: Lightning - wind - Ice - Earthquake - Fire - Explosions - Falling trees - Flying objects.
- ② Physical Accidents: For example: Animals or people coming in the contact with live equipment or a contractor digging into underground cables.
- ③ Equipment Failure: For example: A breakdown of insulation in a transformer.
- ④ Misoperation: For example: The operator closed a C.B to energize a line which is still solidly grounded.

* كل هذه الـ Abnormal Conditions ستؤدي على Fault ← عبارة عن (one phase wire & another) or (one phase wire & Ground) (S.C connection).

* تواجب الـ Fault تكون عادة : (Dramatic increase) في قيمة التيار ← يؤدي إلى : Increase in heat produced in the conductor → The main cause of damage.

$$\text{Heat} = I^2 R$$

► The actual magnitude of fault Current depends on:

- ① The automotive power available to feed into the fault.
- ② The resistance to flow that is the impedance between the fault & the source of power supply.

► The Total Impedance is made up of:

- 1- Resistance of the fault itself.
- 2- Resistance & Reactance (Impedance) of line conductors.
- 3- Impedance of any transformers or reactors in the circuit.
- 4- Impedance of generators.

* حساب (Fault Current) للحالات المختلفة هو task مهم جداً لـ system designer

!!

The switchgear which is installed must be capable of handling the fault current.

If CB = undersize \Rightarrow Could be completely destroyed when trying to clear a heavy fault current.

© Ahmed Awad
F / ahmed1awad

* However, As you know:

Over Current isn't the only effect resulting from fault conditions.

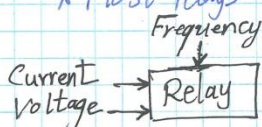
For example: A fault in a generator \rightarrow could cause a serious change to system conditions such as:

→ ⊗ Effects on system of Generator Fault:

- 1- under voltage.
- 2- A change in power & power factor.
- 3- A change in direction of current & power flow.
- 4- A change in Frequency.
- 5- A change in Temperature inside the generator.
- 6- physical Movement (for example: the generator windings).

I'm sure you can think of others and these very changing conditions which allow the relays to sense & detect the presence of a fault.

* Most relays use one current \rightarrow Relay but, often several these changing factors



to determine whether the fault conditions is acceptable or not.

* We must recognize that some fault conditions may be tolerable at least [4] for a short period of time but others may be intolerable and require immediately isolation from the system to prevent damage.

► The protective system must be able to Measure & Respond to the incoming signals in a very short time periods.

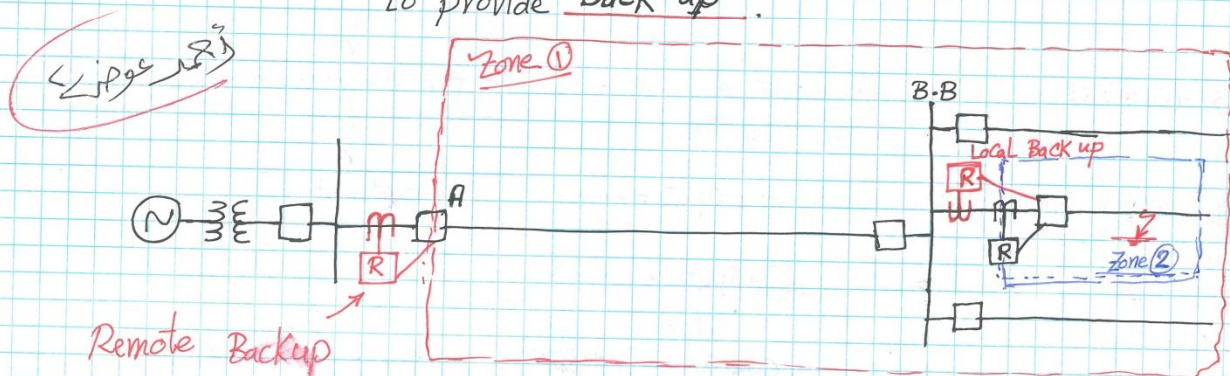
► If the conditions determined to be intolerable then, the protective system must take action immediately → usually: To trip out C.Bs.

Conversely: If the fault is tolerable then, the protective system must not operate.

↳ In most power systems: The protective relays are rarely called to operate but under fault conditions: It's absolutely imperative that they do operate precisely and provide the correct action.

↳ If a relay failed to operate and hence, clear an intolerable fault → Equipment damage may current certainly → There will be system offset.

↳ For this reason: It's customary to install additional or duplicate relays to provide Back up.



- If the back up relay is installed in the same station as primary relay:
This is known as "Local Back up"

- Sometimes, Back up relays are located at a remote station:
This is called logically "Remote Back up"

* لو fault حدث على line (كما هو موضح بالشكل) وال local protection failed to operate → Remote Back up يستجيب ويفتح C.B (A) ومن ثم: فصل كل الخطوط الخارجة من B.B + B.B + B.B
ال Feeder المغذى لـ B.B ← سيتم عزل كل Zone 1.

! When remote backup relays operate \Rightarrow They will generally isolate a larger area from the system & so, cause a loss of power supply to more customers. [5]

∴ The Back up Relay must be correctly Co-ordinated.

So, the delay allow primary protective schemes to operate first. only in the case of failure of the primary protection: will the back-up relay need to operate.

- سننظر الى كل هذا بتفاصيل أكبر مع التقدم في هذا المنهج.

- Remember of this point:

We're looking only on the basic philosophy behind protective schemes.

Principles of Relay & Circuit Breaker operation:

* كما نعلم كنا : يوجد أنواع عديدة ومختلفة من ال Relays المستخدمة في protective schemes ومع ذلك معظم ال Relays تتبع نفس ال Logic وهو:

① **Inputs** will represent: Current or Voltage or Frequency or perhaps other values which exist in the protective circuit at any instant in time.

Inputs
Volts Amps Hz

② The Relay **measures** these values. and then:

Measurement

③ **determines** if the circuit operating conditions are within normal parameters.

Determination

④ - under normal operating conditions \Rightarrow **output** = Zero.

Output

- عند حدوث intolerable fault \Leftarrow **output** = operating signal في ال Control Circuit (usually D.C volts)

\rightarrow تقوم هذه ال tripping signal بتغذية C.B واحد أو أكثر \Leftarrow لتؤدي الى فتح و ذلك لعزل ال Faulty circuit.

حيث أن الغرض من C.B هو كالتالي:

© AHMED AWAD
(E) ahmd lawd

Relay \Leftarrow Small low voltage control device

Integrable part of the high voltage high current power system \Leftarrow C.B

- In fact, For the protective relay to have any impact on the power system:

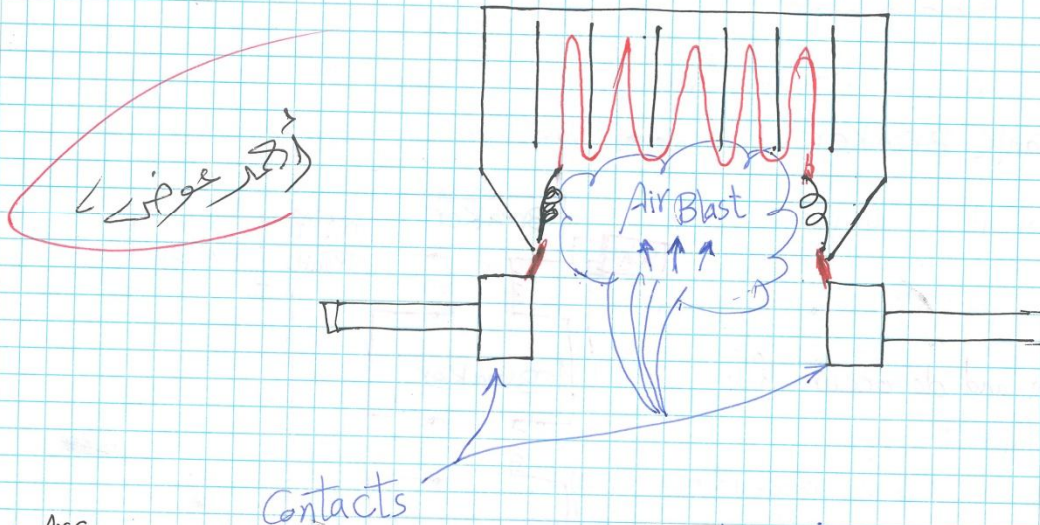
It must be Coupled with a switching device.

\rightarrow ال المستشعر من هنا : عندها تستخدم ال Relays لإعطاء Alarm فقط.

ولكن \Leftarrow For action It must Command a switching operation

C.B ⇒ Specifically designed to interrupt fault current which may be 10 times or more than the normal full-load current. 6

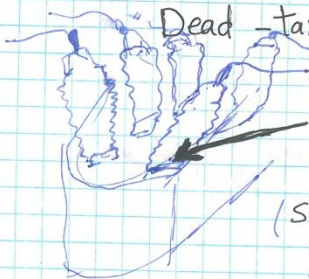
↳ It achieves this by breaking the current flow in a specially designed interrupter.



عند فتح ال Contacts ينشأ بينهما Arc ← لا بد من إطفاء ^{Arc} (extinction) immediately وذلك . لمنع Restrike والذي يؤدي إلى C.B damage.

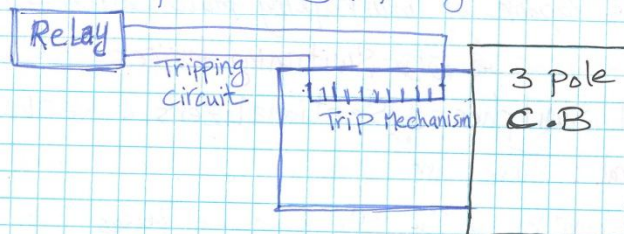
✶ يوجد استراتيجيات مختلفة لإطفاء ال Arc داخل ال Interruptor تعتمد على : Size & Voltage of the breaker.

* من المهم أن يكون ال oil = quenching medium كما في هذه الحالة (130 kV oil C.B) في هذا النوع من القواطع : - ال 3 phases مغمورة في ال oil tank وال grounded tank وهذا النوع يُعرف بـ "Dead-tank Breaker".



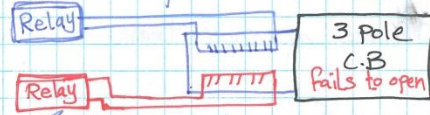
Current Transformers are usually located on the bushings here.

- هذا النوع من ال breakers عادة ما يتم تزويده بـ (Single trip coil) لتشغيل (opening mechanism) في ال 3 phases.



* في حوادث نادرة قد يفشل ال C.B في الفتح : ربما بسبب مشكلة في ال tripping circuit أو في ال mechanism وهذا أحد ال conditions لا بد من الوقاية ضده.

* عندما يكون الـ Breaker operation Critical ← يتم وضع Additional parallel tripping coil & circuit يغذي من Relay آخر خاص به.



* نوع آخر من Arc quenching يكون من خلال Air Blast كما في هذا الـ (345 kV Breaker):

وكماتري: كل phase لها own interruptor مثبت على Insulators ولأنه معزول عن الأرض؛ فهو يُعرف بـ "Live-tank Breaker".

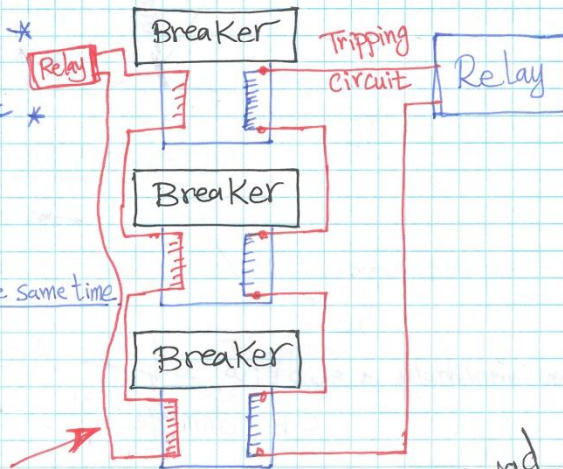
* كل phase لها الـ own separate tripping coil.

* عادة (وليس دائماً): يتم توصيلهم (in series).

problems can and do occur if:

- ① one phase fails to open.
- or
- ② All phases open but Not at precisely the same time.

Can Cause Transients.



Additional redundant tripping circuits & Relays are usually provided with H.V. breakers ≥ 230 kV.

© Ahmed Awad
ahmad.awad@gmail.com

* نوع آخر من الـ quenching medium هو: Sulfur Hexafluoride gas (SF_6).

* في lower voltage breakers: يتم التبريد → Arc break chutes.

* Vacuum Breakers تستخدم الـ Vacuum Arc quenching medium.

موضوع (C.B Design) ← خارج نطاق هذا الكورس.

* The important factor to remember is that:

The C.B. is capable of interrupting fault currents.

* يوجد العديد من Switching devices والتي تُستخدم خصوصاً في التوزيع.

مثل: oil Switches, Sectionalizers, Reclosers.

but in general: These are capable of very limited fault interruption.

* في نظم التوزيع: Fuses تُستخدم غالباً بدلاً من (Relay + C.B) Combination.

Fuse ⇒ No so-fast nor accurate as protective Relays

but it does provide satisfactory economical protection for distribution transformers & feeders.

8) * يوجد نوع آخر من الوقاية مستعمل بكثرة عند Utilization Voltage (say: 480V) وهو:

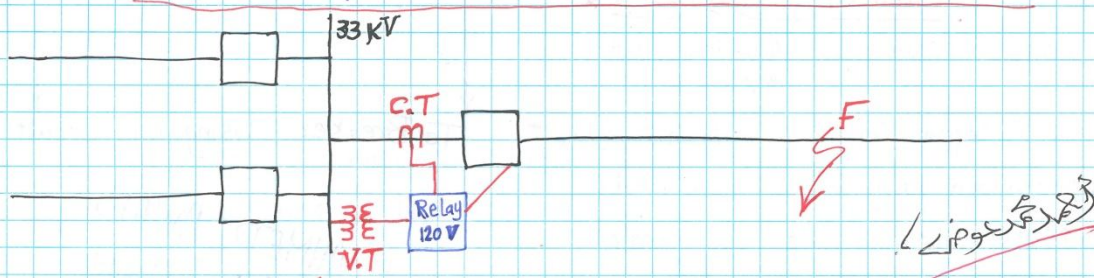
Direct-acting Contactor

- في نوع شائع منه: Over-current Causes thermal contacts to open the circuit

- وفي نوع آخر: A built-in relay opens the contacts

دعونا نعود إلى أول الكورس وهو: protective Relaying of the Power System

* هذه الدائرة توضح عناصر: Very basic protection scheme:



* Inputs to the Relay \Rightarrow Current + Voltage

بالمثل:

Line Current is represented by the input to the relay from the Current transformer "C.T".

سنناقش لاحقاً مبدأ كل أكبر من C.T و P.T.

- يتم قياسه عن طريق "V.T" Voltage transformer
أو يسمى "P.T" potential transformer

موصول بال Bus (والتي تخيل أن يكون عند جهد: 33 kV)
delivers 120 V to the relay. ← P.T secondary side -

هذا ال Voltage بالطبع يزيد أو ينقص تبعاً للتغير في Bus Voltage

∴ It will represent the actual bus voltage to the relay.

* C.B \Rightarrow Located in the line.

وهذه هي ال protective Circuit (Input devices + Relay + C.B)

* لنفترض حدوث High Magnitude Fault عند النقطة (F) على ال (Line) كما بالشكل:

Relay \Rightarrow detect intolerably high current & send a tripping signal to open the C.B.

Tripping Circuit

* يوجد 125 v D.C system لتشغيل Breakers:
يتم غلق الـ C.B. وتنشيط الـ tripping coil بواسطة 125 v D.C من Station Battery
provide continuous & reliable power supply.

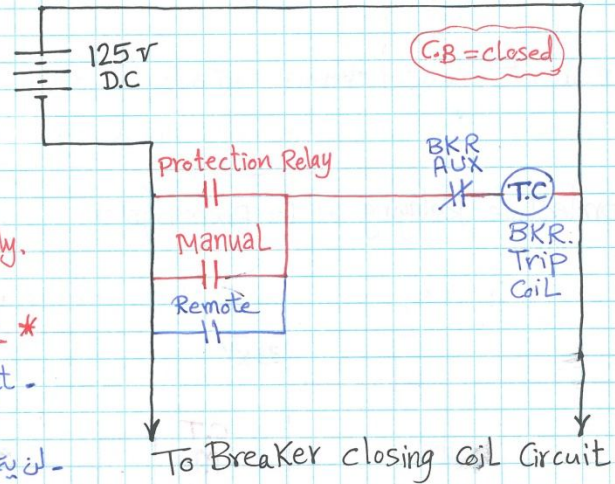
* عندما يكون الـ C.B مغلقًا:

Auxiliary Contact تكون مغلقة لأن الـ C.B = closed
« BKR. AUX »

لأن يتم تنشيط « T.C » Tripping Coil لا عندما:

- ① protection Relay contact → closed.
- or
- ② Manual switching Contact → operated.

عمليًا: من الممكن وجود Contact أخرى على التوالي تستطيع فتح الـ Breaker Remote:



© AHMED AWAD
F / ahmd1awad

تفكير في الواقع:

C.B + T.C + Aux. Contacted ← موجودين في الـ C.B داخل الـ Cabinet

مسافة بعيدة إلى حيث ما عن Relay panel.

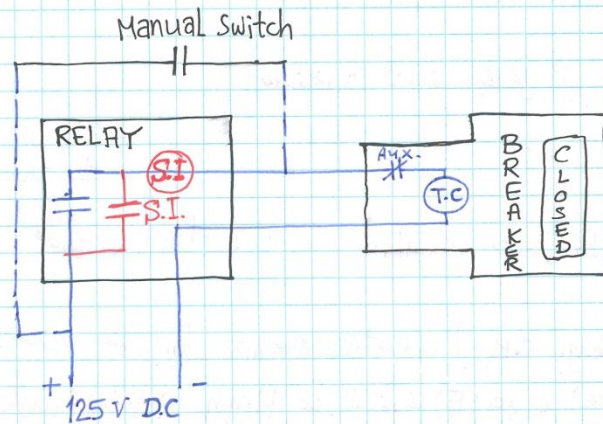
Relay operating Contact ← موجودة داخل الـ Relay.

Manual Switching Contact ← موجودة في الـ Control panel.

* عندما يعمل الـ Relay نتيجة للشعور

Intolerable Conditions:

- ① Relay Contact → close
 - ② Energize « T.C » Tripping Coil
 - ③ BKR → open
 - ④ Aux. Contact → open
- Breaking D.C tripping circuit



ملكي:

من الممكن أن تفتح Relay Contact أولاً قبل Aux. Contact وهي ليست مرغوبة

لتقوم بعمل interrupt التيار الكبير نسبياً في الـ tripping circuit

ولحماية هذه الـ Contact ← يتم توصيل Sailing arrangement داخل الـ Relay.

عندما يتم عمل energize للـ tripping circuit → يتم عمل energize الـ SI (Self Interlocking) ومن ثم تغلق الـ SI Contact

وتظل مغلقة.

* الدائرة يعمل لها De-energize في حالة واحدة فقط وهي: فتح الـ Aux. Contact وعندئذ تفتح الـ SI أيضاً.

* Aux. Contact : هي Contact مساعدة من حالة ال Breaker. 10

في هذه الدائرة : تكون مفتوحة $\frac{Aux.}{\text{open}}$ لو كان ال Breaker = open
وتكون مغلقة $\frac{Aux.}{\text{closed}}$ " " " "

* عند العمل مع protective Relays : من الضروري أن تظل هاتين الدائرتين منفصلتين في أذهانتنا:

- ① يتصرف ال Relay بناءً على inputs التي يتم تغذيتها لـ Relay (من CT و PT).
- ② عندما يعمل ال Relay \Leftarrow يغلق ال Relay operating contact \Leftarrow يغلق مسار DC tripping Circuit.

* غالباً : يتم اختبار ال Relays : in place ، ولذلك يحكم أيضاً أن نقوم بـ check على الدائرة كلها.

اختبارياً : ممكن نعمل Remove لـ Relay من ال casing الخاصة به ، ويتم توضيح على

test bench : Test & Calibration

عند إزالة ال Relay من ال case الخاصة به : من الممكن أن ترى Base contacts

provide input from C-Ts, P-Ts & other sources to the relay sensing circuit.
and also, provide the continuity of the breaker trip circuit.

When the Relay is removed, It's always necessary to:

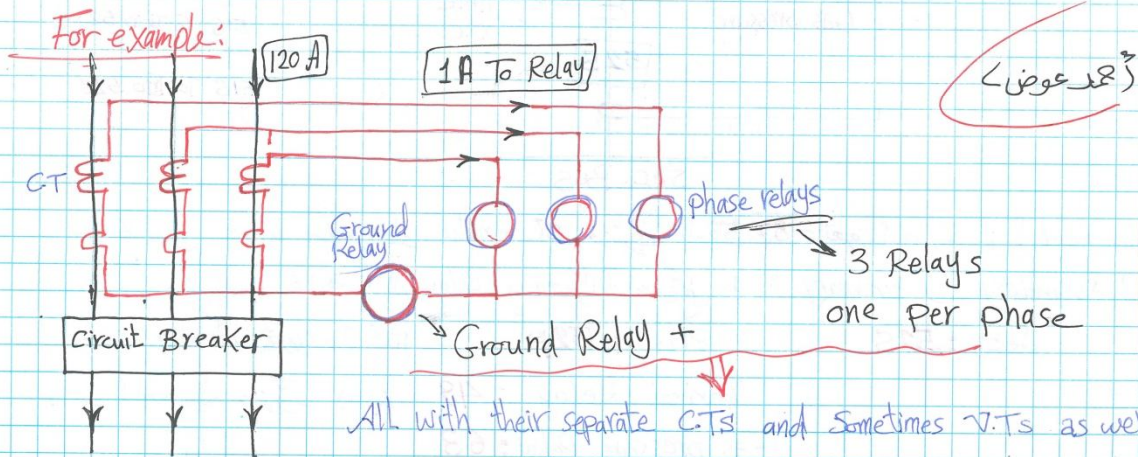
- ① open the circuit of the incoming V.T.
- ② Disconnect DC to the relay.
- ③ C.T Connections must be shorted.

why?

If the secondary of the C.T = open circuited :

When current is flowing in primary \Rightarrow A very high voltage will arise across the secondary terminals.

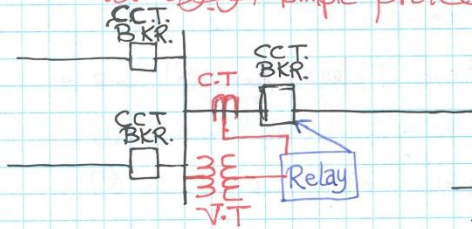
بالتأكيد : الدائرة التي قمنا بدراسةها = extremely simple ، ولم نجد
أي type معين لـ Relay \Leftarrow هناك سلكين more complicated مع تقصيف الكمرتين



Electrical Diagrams

II

* دعونا نلقي نظرة مرة أخرى على Simple protection Circuit الموجودة هنا:



- لتعريف ال Components :

تم كتابة أسماء ال devices على ال diagram .

يوجد طريقة أسهل وهي استخدام :

The standard Code or Numbering scheme

وهذه الطريقة مهمة خاصة عند التعامل مع ال Complex diagrams .

* وقد قام (ANSI) American National Standard Institute بالتعاون مع (IEEE)

بعمل : Standardized List of device function Numbers وهي مضمّنة في أمريكا وأجزاء أخرى كثيرة من العالم .

* هذه القائمة عبارة عن أرقام من 1 إلى 94 ، وكل device له رقم .

مثلاً : 52: AC Circuit Breaker : . بدلاً من كتابة CCT. BKR. على الرسم ← نكتب 52 .

67: AC Directional over-current Relay

- بالإضافة إلى ذلك ، يوجد قائمة أيضاً ل Abbreviations :

A: Alarm .

G: Ground or generator .

مثلاً :

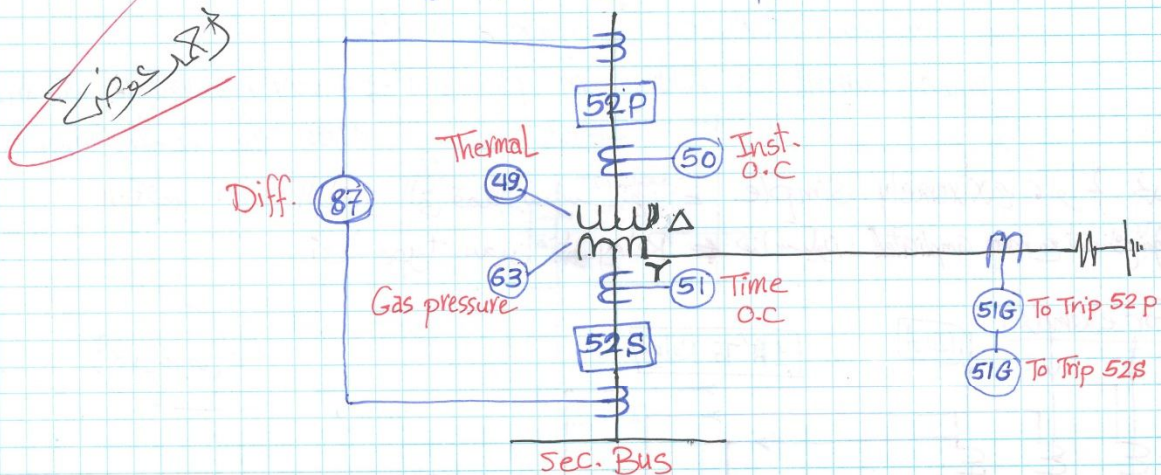
CS: Control switch .
or Contactor switch .

N: Neutral .

T.C: Trip Coil .

وكذا .

- بالممارسة : هناك أرقام سنعامل معها بشكل دائم .



- في كل مرة : عندما ننظر إلى Schematic وترى الرقم 87 = تعرف أنه يشير إلى differential Relay .

- في هذه الحالة : ال Differential Relay موصل على ال primary وال Secondary للمحول .

Sec. : 52S

pri. : 52P

- ال Circuit Breaker يُمثل بـ :

- المحول مزوّد بـ : Thermal Relay : 49

Gas pressure Relay : 63

C.T : \overline{m} 12الموجود على (Neutral to ground Connection) لقياس Ground Current \overline{m}

وهو يُغذى : Time over-current Relay : 51G

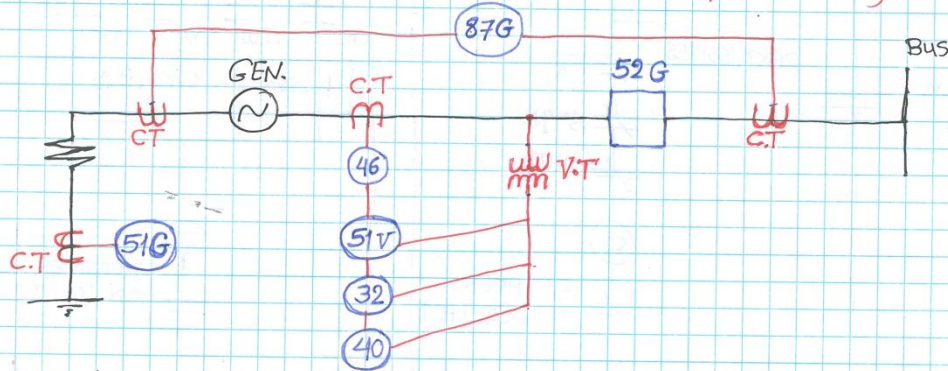
ويوجد Time O.C Relay آخر على Sec. output قبل القاطع 52S .

50 : والموجود على pri. هو Instantaneous over-current Relay

 Δ - Connected \leftarrow Transformer primaryResistance Δ - Connected \leftarrow Transformer Secondary : γ و Grounded من خلال Resistance

Before we get involved in this circuit, Remember:
 مهمتنا هنا ليست مناقشة (Settings & Co-ordination of Relays) ولكن التألف مع استخدام (Electrical Diagrams).

* هذا Simple protection Diagram آخر :



© Ahmed Awad

GEN : موصول directly بال Bus من خلال C.B 52G

51G : Time O.C Relay على نقطة (Neutral to ground)

87G : Differential Relay \leftarrow (Across the generator)

46 : Negative phase sequence Relay

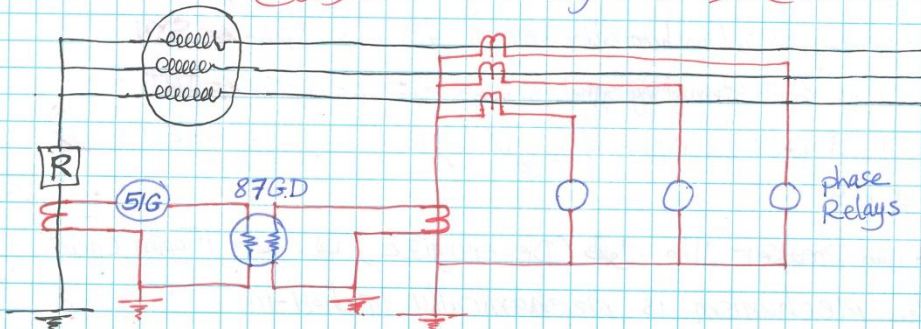
51V : Voltage Restrained Time O.C Relay ، ويُغذى من C.T. و V.T. والذي يُغذى أيضاً :

32 : Directional power Relay

40 : Loss of field Relay

* عند دراسة المخططات : من الضروري معرفة أماكن (source of input) لكل device \leftarrow C.Ts & V.Ts
 ... one-Line Diagram (فهم هذا ننظر إلى)

* الشكل التالي يوضح جزء من Three-Line Diagram ، وهو يوضح More detailed Connections :



* يوجد نوع آخر من المخططات. لازم تكون familiar معاه ؛ وهو :

« Control Circuit Schematic »

ولما ذكرنا : C.B Components ممكن تكون physically بعيدة جدًا عن بعضها ؛ فمثال :

. C.B Adjacent closing + Tripping Coil ← مجاورة

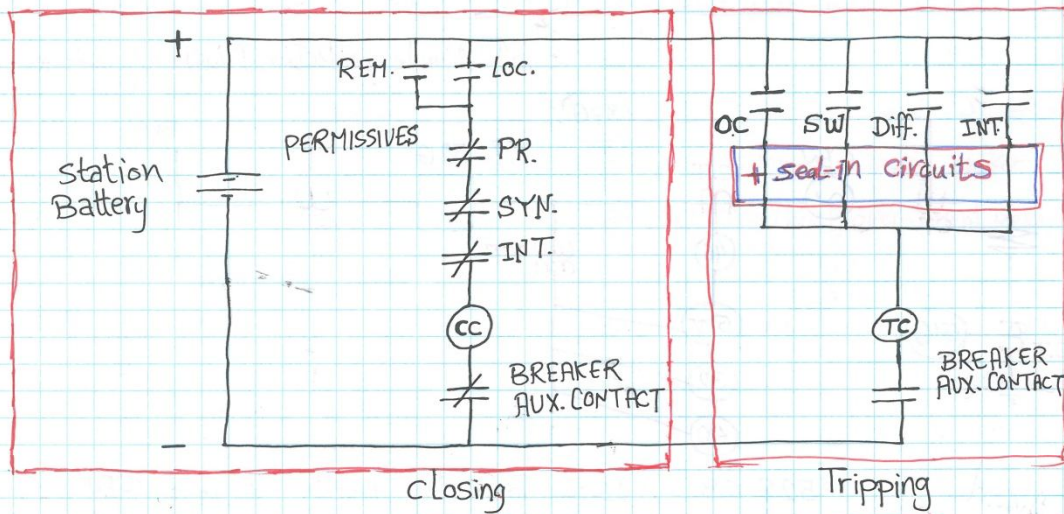
. Control panel Manual switching contact ← في

inside the Relay protection Relay contact ←

may be in another location ←

مع ذلك : من وجهة النظر الكهربائية : تكون « Breaker Control Circuit » كالتالي :

Breaker in open position



* يمكن رسم DC positive & Negative أفقيًا أو رأسيًا (ليس هناك فرق).

* لتحديد Sequence of events عند العمل مع هذه الدائرة :

* انظر إلى Closing Circuit :

(المحروص)

عمل Energize ل Closing Coil (CC)

خلق (one or more) من : LOC. : "Local"
REM. : "Remote"

⊢ : Normally opened "N.O"

⊘ : Normally closed "N.C"

← يوجد N.C contacts (in series) في سكة ال C.C :

. C.B mechanism مقفول عند وجود (Adequate Pneumatic pressure) متاح لتشغيل C.B mechanism

. closing مقفول عندما يشير (Synchronization Relay) لأن الشروط صحيحة لعمل closing

. system مقفول عند عدم وجود Remote interrupting signal على ال system

عند تحقق شروط هذا الفرع كلها ← C.B يقفل عند تشغيل أحد ال operating switches

"Loc. or REM."

* لاحظ أن :

- Tripping Circuit مقفول لـ (De-energize) طول ما ال Breaker مش مقفول

As the mechanism is mechanically latched-in.

How?

14 - ال Breaker متوصل معاه ميكانيكيا : 2 Aux. Contacts
 closing circuit : واحدة في N.C.
 Tripping circuit : الثانية في N.O.

عن غلق ال Breaker :

يخليها open في (closing circuit) فيخل (De-energize) (Closing circuit).
 ومن نفس الوقت: يخليها Closed في (Tripping circuit) فتكون جاهزة لو جاءت أي إشارة من Relays ← يعمل trip.

لعمل Trip

يتم عمل Energize (TC) Tripping Coil من خلال غلق أي Contact من ال Contacts المتصلة (in parallel) :

وعلى : over-Current : O.C

Mannual Switching : S.W

Differential Relay : Diff.

Remote Inter-trip : INT.

عن غلق أي Contact من هذه ال Contacts ← يتم عمل Energize TC ← ومن ثم فتح ال C.B.
 غالبًا تكون ال tripping contacts مزودة ب Seal-in Circuits كما تم مناقشتها سابقًا.

نحن ننظر إلى Simple Control schematic بسيطًا.

In practice:

These diagrams can become quite Complex.

principles of Zone protection

أهم مبادئ

In our typical power system: we have:

- Generators including their step-up transformers.
- Buses.
- Transformers. (Tr.)
- Transmission Lines (T.L).
- Sub-Transmission Lines (sub T.L).
- Distribution Lines.
- Utilization Equipment such as: motors & static loads.

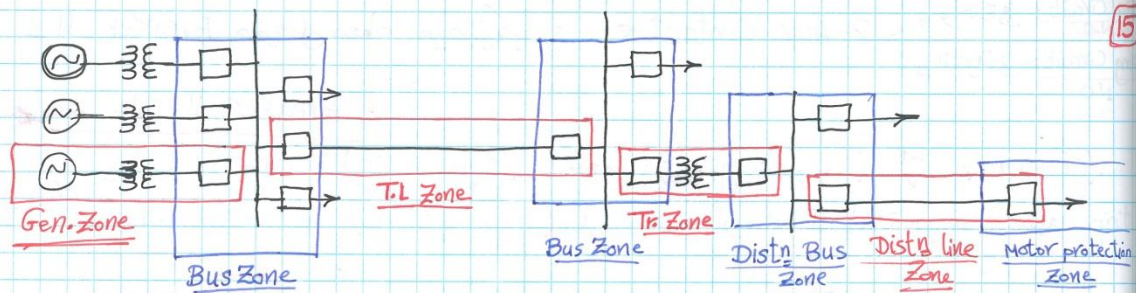
Also, in most systems:

- Capacitive banks & Reactor banks are installed.

كل هذه ال equipment تحتاج إلى وقايتهم ، فكل مختلف نوع الوقاية المستخدم

حسب كل Area.

- لتطبيق ال protection على كل Zone :



* Gen-Zone: "includes it's associated step up transformer".

أي fault حدث في هذه ال Zone ← يؤدي إلى فصل Main C.B وبالتالي يعمل لها Isolation عن ال power system.

- هذه الوقاية تكون ضد ال fault في :
1. Generator.
 2. Transformer primary.
 3. Transformer Secondary.
 4. Breaker.

© Ahmed Awad

* Bus Zone:

له العديد من (Ingoing & outgoing connections) ← هذا هو الغرض من ال Bus.
أي Fault على ال Bus ← يتطلب فصل كل ال Breakers في (Ingoing & outgoing).

Gen. Zone ←
Bus Zone ←
overlap بين كل من

ال Breaker حينما يحدث fault سواء في ال Gen. Zone أو ال Bus Zone.

Bus Zone ←
T.L. Zone ←
overlap بين

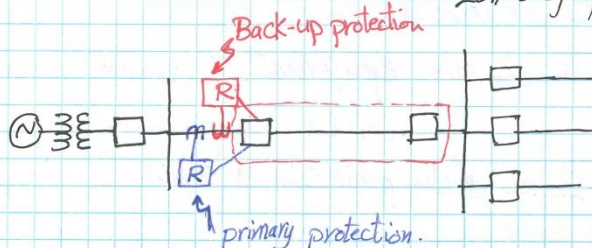
وكذلك في ال substation : overlap بين

في العديد من الأنظمة : يوجد Sub T.L. بين Distribution و Transmission.
في هذا المثال : (Distribution Line) يُغذى (particular industry customer) عنه (large motor loads).

Distn. Bus Zone ←
Distn. Line Zone ←
overlap بين

وكذلك overlap بين Distn. Line Zone و Motor protection Zone.

تذكر : نحن لا نتحدث عن نوع ال protective Relay المستخدم
ولكن فقط : Zones of protection



في كل Zone :

يتم تركيب (primary protection) لحماية ال Equipment في هذه ال Zone.

بالإضافة إلى ذلك : يتم تركيب (Back-up protection) من ال Zone.
From another relay or from duplicate relays.

16 خلال الكورس: سوف ننظر إلى كل الـ Zones بتفاصيل كثيرة.

سنقوم بدراسة: أنواع الـ Relay ، protective schemes ، Configuration included in current practice.

Course will Cover:

- ① Generator protection.
- ② Transformer, Reactor & Capacitor protection.
- ③ Bus protection.
- ④ Motor protection.
- ⑤ Line protection (Transmission, sub-Transmission, Distribution).
- ⑥ Pilot protection.
- ⑦ System stability including Re-closing & Load-shedding.

← قبل دراسة ذلك:

لا بد أولاً من دراسة: Some of Basic Technology & Fundamentals.
 لا بد من فهم: What happens to the power system under Fault Conditions?.

← حتى الآن: نحن نتكلم عن protective Relays
 ← في الواقع: كل الكورس: « Applications of protective Relays »

أشهر الـ Relays المستخدمة في الـ protection هي

Relays used for protection:

- ① Over-voltage Relays.
- ② under-voltage Relays.
- ③ over-current Relays.
- ④ Directional Relays.
- ⑤ Distance Relays.
- ⑥ Differential Relays.

أحمد محمد عوض
 ahmd1aud@gmail.com

→ I'm Sure you can think of others.

- سننتكلم عن هذه الأنواع ونحن نتقدم في الكورس - إن شاء الله -

ومع ذلك:

يوجد أنواع أخرى من الـ Relays مركبة في الـ system ، ولا تسبب tripping لـ CB الوقائية
 ولكن معرفة هذه الـ Relays مهمة في تشغيل وصيانة الـ power system مثل:

11 Regulating Relay:

- * A typical example is the type of relay used to change the taps on a transformer.
- * Another regulating relay is that used to the governor set point on generating equipment and so, control the power output.

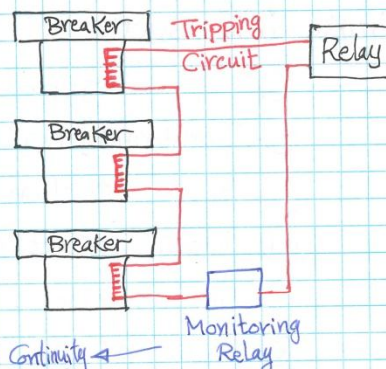
2 Synchronizing Relays:

Are used to check the phase angle before allowing the paralleling of two systems or an incoming generator.

3 Monitoring Relay:

An example of this: where the relay is used to monitor the continuity of circuits within breaker trip circuits.

Any failure will result in an alarm to the operator.



Monitors Circuit Continuity (اتصال الدائرة الرئيسية بالوقاية الأخرى)

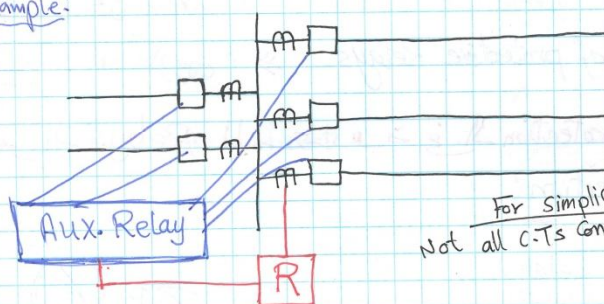
* ستجد أيضاً الكثير من الـ "Auxiliary Relays" المركبة في كل power system.

For example:

In protection scheme: The Aux. Relays are often used to:

Amplify the action which result from operation of protection relays.

for example:



For simplicity:
Not all C.Ts connected to Diff. Relay

Bus Diff. Relay:

يشتغل عند وجود fault على Bus

لما الـ Contact يتأثره تقفل ← Energize Aux. Relay
Close multiple set of contacts

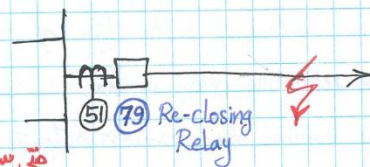
Tripping all of the breakers connected to that bus.

Another type of relay which is familiar to system operators:

Reclosing Relay.

This Relay will cause a (tripped-breaker) to reclose after a short-time. (say: 30 sec.)

في سنطاجه؟



18) بالتأكيد: نحن نريد إزالة وعزل ال fault (clear & Isolate).
 ولكن: من الممكن أن تكون ال faults على T.L بسبب ال Lightning ← High Voltage Flashover to ground.
 يُسبب مرور fault Current والتي تؤدي إلى (C.B trip) على over-voltage أو over-current.
 ومع ذلك: هذا ال fault مؤقت بطبيعته ما ينزول بمجرد ما ال Breaker يعمل trip.
 (ال fault اختفى ← Line ممكن يكمل تشغيله بطريقة Normal).
 ∴ C.B ← Reclosed من خلال (Reclosing Relay).
 ماذا لو كان ال fault = permanent ؟ (مثلا: سقوط شجرة على T.L).
 ∴ ال protection يشعر بأن ال fault condition مازال موجوداً ← يعمل Trip ثاني.
 — After several attempts to close → The relay locks out.
 → ممكن ضبطه على محاولة أو أكثر لعمل Reclosing.

∴ we will look at all this material in far greater depth in future lectures ∴

*) إحدى المشاكل المرتبطة بـ : operators & Relay personnel :

How to measure the level of performance of the relays ?

كل سيعمل ال protection system بشكل صحيح عندما نحتاجه ؟
 (Regular Maintenance & Testing) = حيوية جداً لتؤكد أن ال Relays ستعمل عندما يُطلب منها ذلك.
 هذا ليس كافياً... فحتاج أيضاً إلى معرفة الأداء الفعلي لـ Relay عند حدوث
 (Actual Fault Conditions)

* بعد أي حادثة: من الضروري جداً (تسجيل + تحليل) كل المعلومات المتعلقة بها.
 - هذا التحليل يتطلب تنسيقاً وتعاوناً جيداً بين كلا من (Operation & Relay departments).

In most companies:

© Ahmed Awad

*) The operation of protection scheme will be classified as correct only when the following conditions have been met:

- ① At least: one of the primary relays operated correctly.
- ② None of the back-up relays operated to trip for the fault.
- ③ The faulty area was properly isolated in the time expected.

*) Incorrect operation:

- ① Isolation of non-fault area.
- ② Failure to isolate trouble area.

* Reasons for incorrect operation of the protection system:

(19)

- ① Incorrect setting of relays.
- ② Failure to change protection scheme to keep pace with changing circuit configuration.
- ③ Failure of some part of the protection system: such as:
 - Relays. - C.Bs. - CTs or VTs - Station Battery - Circuit wiring.

مع كل هذه المتغيرات .. من الصعب تحديد ماذا حدث بالضبط.

هذه الأيام: معظم ال power systems قامت بتركيب:

Data Recording Equipment "Oscillographs" & Fault Indicators

→ Indicate Conditions before & after the fault.

These provide valuable systems in evaluating the actual performance of the protection system.

→ To Summarize now:

We say: There are 5 basic factors in application of protective relays:

- ① Reliability.
- ② Selectivity.
- ③ Speed of operation.
- ④ Simplicity.
- ⑤ Cost.

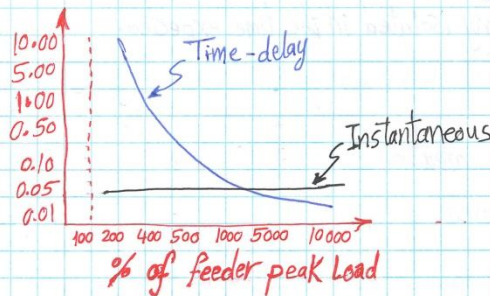
} speak for themselves

let's look a little closer at the others:

1. Reliability:

:Correctly نستطيع الاعتماد على ال Relay و ال Relay system يشغل

- ① To operate & trip out the faulty circuit when it's necessary to do so.
- يتم اختبار Reliability عن طريق Inputing (current & voltage) fault conditions في ال
- (Time of operation) Can be measured in a relation to (degree of fault condition).



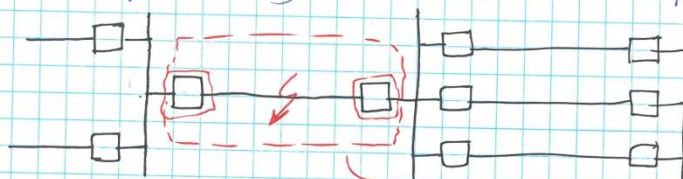
- ② The system must not trip out during normal operation.

2. Selectivity:

20

A relay system is selective when:

- ① It isolates only the faulty circuit & All the rest of the system operating intact



لو حدث fault من هذه ال Zone ← عزلها هي فقط - لا ونظن قصة ال system يعمل بشكل سليم

- ② When the relay is correctly set, It's selectivity is such that it operates as fast as possible within the primary Zone, but it will have a delayed action in the back-up zone.

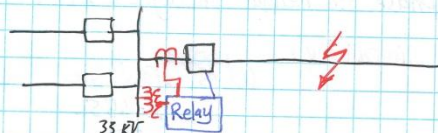
وهذا ما يسمى « Co-ordination »

3. Speed of operation:

المصطلحات: (High speed relay) و (Instantaneous relay) تستخدم غالبًا بالتبادل. ومغناطيس ال Relay يعمل (within 50 msec = 3 cycles) ولكن عند فتح الدائرة: نأخذ في الاعتبار أيضًا: (operating time of C.B)

بشكل عام: Motor في C.Bs يعمل (within 1 to 5 cycles)

$$\begin{aligned} \therefore \text{Total clearing Time} &= \text{Relay operation time} + \text{C.B time} \\ &= 4 \text{ to } 8 \text{ cycles} \\ &= 70 \text{ to } 130 \text{ msec.} \end{aligned}$$



© Ahmed Awad

ولكن: (High speed Relays) ← ليس مرغوبًا فيها بشكل دائم.

Time Co-ordination (مطلوب غالبًا بين ال protective relays)

عشان يشتغل في Correct Sequence.

For example: In the primary system:

Relay operating times may be slowed down to between 0.2 to 1.5 sec.

* في هذه المحاضرة: عرضنا نظرة عامة عن موضوع: protective Relay Applications، ونظرنا على:

principles & Fundamentals of Relay Applications بالإضافة إلى:

General philosophy involved in operation, Maintenance & Design of the protective Relay systems.

This is just the beginning :

We will begin in much more complicated material in future lectures.

Thanks.